

Zeitschrift: Cementbulletin
Band: 40-41 (1972-1973)
Heft: 6

Artikel: Über die Verarbeitbarkeit
Autor: Trüb, U.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153529>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CEMENTBULLETIN

JUNI 1972

JAHRGANG 40

NUMMER 6

Über die Verarbeitbarkeit

Begriff der Verarbeitbarkeit als Kombination verschiedener Eigenschaften des Frischbetons. Aufwand für die Betonverarbeitung. Verwerfliche und richtige Verbesserung. Optimalisierung der Betonkonsistenz.

Die Umwandlung von losem Frischbeton im Transportgefäß in fertig verformten und verdichteten Frischbeton in der Schalung bedarf eines beträchtlichen Aufwandes an Arbeit und Arbeitsüberwachung. Bedeutende Kostenunterschiede entstehen je nachdem man

- aus verschiedenen Betonmischungen die gleiche Qualitätsstufe erzielen will
oder
- mit derselben Mischung einen hohen oder geringen Gütegrad erreicht.

2 Die qualitativen Unterschiede des Frischbetons, die hier mitspielen, sind im Sammelbegriff «Verarbeitbarkeit» enthalten. Die Verarbeitbarkeit ist demnach keine genau messbare Grösse. Sie kann beispielsweise schlecht sein, weil die Mischung harsch ist, weil sie zu trocken ist, weil sie zur Entmischung neigt oder weil sie, für die betreffende Arbeit, zu grobkörnig ist. Die Konsistenz des Frischbetons, also die Beweglichkeit oder Viskosität der frischen Mischung, ist wohl das wichtigste, nicht aber das einzige Merkmal der Verarbeitbarkeit. Die verschiedenartigen Messungen an Frischbeton geben nur Vergleichswerte einzelner Teilaspekte und können niemals den ganzen komplexen Begriff der Verarbeitbarkeit erfassen. Deshalb sind Dutzende von verschiedenen Prüfmethoden in Gebrauch, mit deren Hilfe die Verarbeitbarkeit des Frischbetons definiert werden sollte, von denen sich aber keine als besonders gut erwiesen hat und weltweit anerkannt wird. Am meisten verbreitet sind noch Konsistenzmessungen, die auf einfache Weise auszuführen sind wie etwa der Slump-Test oder das Verdichtungsmass nach Walz.

Einzelne Teile der Verarbeitbarkeit sind Gegenstand gezielter Einflussnahmen bei der Planung von Betonmischungen. Mit bewusster Differenzierung der Betonzusammensetzung will man nicht nur eine angemessene Endqualität erreichen, sondern auch eine Verarbeitbarkeit anstreben, die der Charakteristik von Baustelle und Auftrag gut entspricht. Die Verbesserung der Verarbeitbarkeit gilt in erster Linie der Verminderung des Arbeitsaufwandes und erst in zweiter Dringlichkeit der Qualitätsverbesserung.

Während man über die Qualität des erhärteten Betons gut informiert ist, bestehen wenig exakte Kenntnisse über den Aufwand zu Verarbeitung. Trotzdem in unserem Lande jährlich über 10 Millionen m³ Beton verarbeitet werden, weiss man nicht genau, welchen Aufwand durchschnittlich für Einbringen und Verdichten erforderlich ist und in welchem Bereich dieser, je nach Verarbeitbarkeit und Job-Charakteristik schwanken kann. Zwischen einem gegossenen und einem mühsam aus dem Kübel gekratzten Beton besteht doch offensichtlich ein grosser Unterschied im Arbeitsaufwand und ebenso etwa bei der Herstellung einer Decke mit oder ohne Unterzüge.

Die TFB hat auf einigen normalen Baustellen Leistungsmessungen ausgeführt und dabei Resultate der folgenden Grössenordnung erhalten:

3 Tabelle 1

Aufwand für Einbringen, Verdichten und (bei Decken) roh Abglätten gemessen in **Mann-Stunden pro m³ Beton**

Bauteil	Betonkonsistenz	
	steifplastisch (Slump = 1–2 cm)	weichplastisch (Slump = 7–8 cm)
Decke 80 cm	0,67	0,45
Decke 20 cm	1,50	0,95
Wand 50 cm	1,35	1,15
Wand 25 cm	1,45	1,35 Std/m ³

(Normale Besetzung, einschl. Kranführer und Vorarbeiter, eingerechnet. Messung während 1 bis 2½ Stunden ununterbrochenen Einsatzes. Betonherstellung auf der Baustelle. Beton mit Krankübel geschüttet und grob verteilt).

Diese Zahlen sind stark von der zweckmässigen Arbeitseinteilung abhängig und selbstverständlich nur aussagekräftig, wenn kein Leistungsengpass bei der Anlieferung des Betons besteht. Die Messungen zeigen, dass die Konsistenz des Betons die Produktivität erheblich beeinflusst. Unterschiede treten besonders beim Betonieren von Decken hervor, da bei diesen Arbeiten zusätzlich verteilt und abgezogen werden muss. Für den Deckenbau ist die Pumpenförderung sehr wirkungsvoll. In der gleichen Messreihe wurde festgestellt, dass bei einer 40-cm-Decke in der Stunde 35 m³ Pumpbeton verarbeitet werden konnten, wobei 8 Mann eingesetzt waren. Dies entspricht einem Aufwand von nur 0,23 Mann-Stunden pro m³.

Es ist eine alte Tatsache, dass aus diesen Gründen immer wieder versucht wird, den Beton mit einer möglichst weichen Konsistenz zu verarbeiten. Leider ist es allgemein üblich geworden, den Transportbeton, der wegen der Entmischungsfahr mit steifer Konsistenz ausgeführt werden muss, beim Umschlag auf der Baustelle mit Wasser zu besprengen. Damit wird die Verarbeitbarkeit der Mischung vielleicht verbessert, die Qualität aber beeinträchtigt. Man bedenke, dass **pro 10 sec Wasserstrahl** auf 3 m³ Beton sich die Betonfestigkeit **um etwa 10 kg/cm² vermindert**, sofern das Wasser in der Mischung überhaupt regelmässig verteilt würde. Dies ist bei dem Verfahren jedoch niemals der Fall, was um so schlimmere Folgen hat.

- 4 Abgesehen von allen Nebenumständen, gänzlich auf Arbeitsaufwand und Betonqualität reduziert, ergibt sich die Lösung des Problems jeweils in einem Kompromiss. Im folgenden wird anhand eines Beispiels gezeigt, wie man eine Optimierung herbeiführen kann.

Vorausgesetzt ist die Kenntnis zweier Grundfunktionen, die durch Messungen bestimmt werden:

1. Abhängigkeit des Arbeitsaufwandes für die Betonverarbeitung von der Betonkonsistenz. Für einen bestimmten Fall z.B. gemäss Abb. 1:

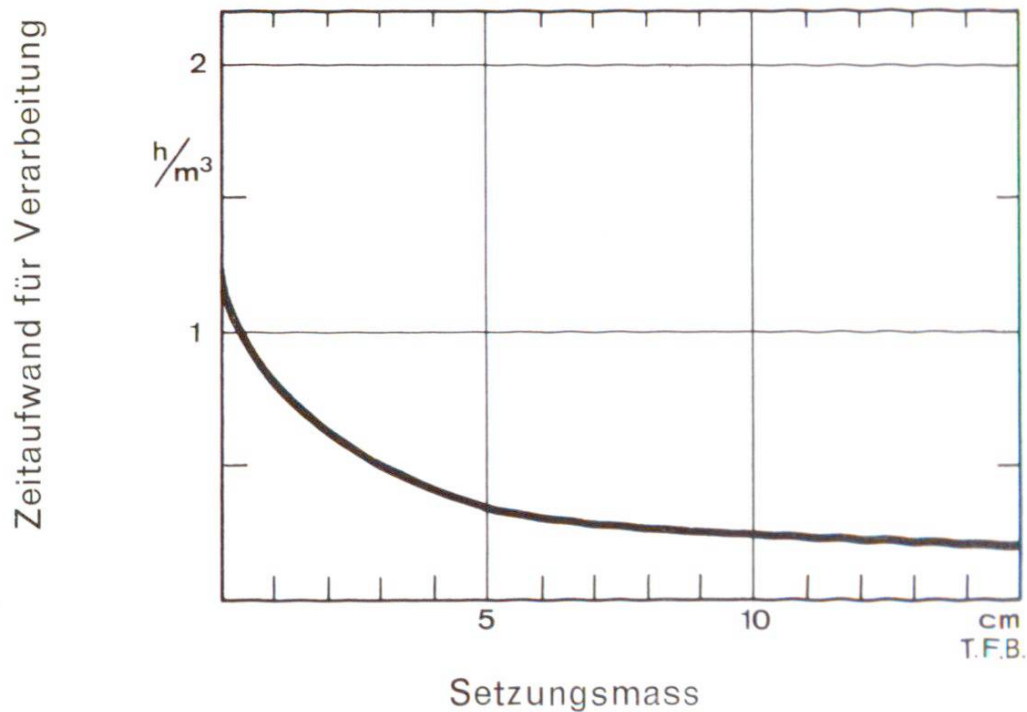


Abb. 1 Abhängigkeit des Zeitaufwandes für Einbringen und Verdichten von der Betonkonsistenz («Slump»-Setzungsmass in cm). Aufwand gemessen in Mann-Stunden pro m^3 Beton (h/m^3). Gültig für eine bestimmte Arbeit auf einer bestimmten Baustelle.

2. Abhängigkeit der Betonkonsistenz von der Zementdosierung bei gleichbleibender Qualität (gleichbleibender Wassorzementwert). Für einen bestimmten Fall z.B. gemäss Abb. 2.

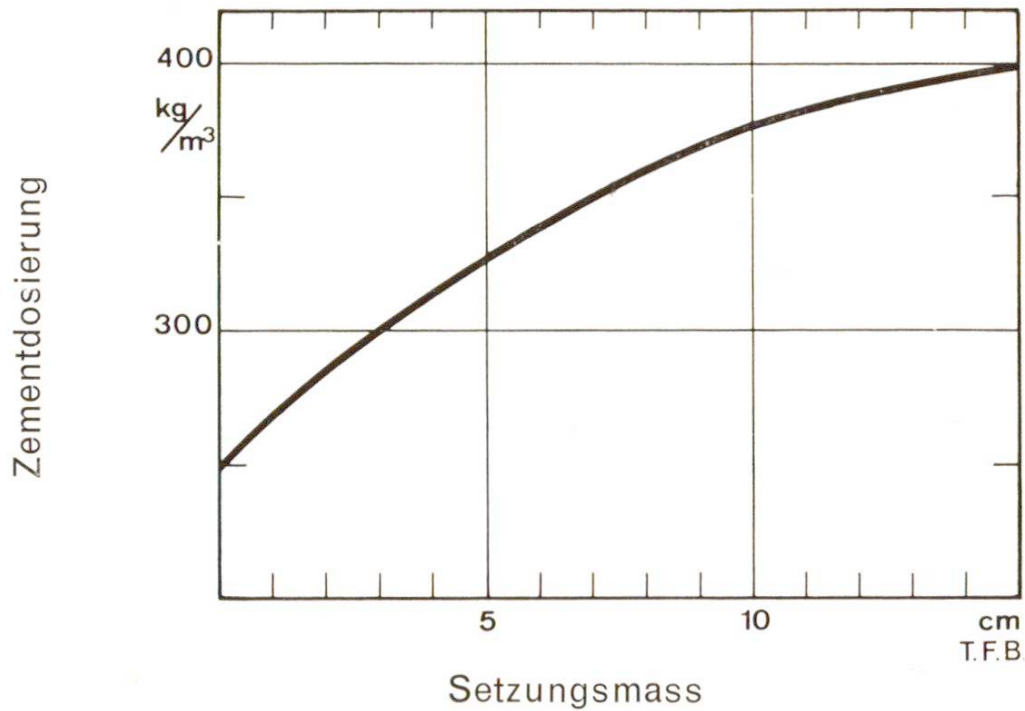


Abb. 2 Abhängigkeit der Betonkonsistenz («Slump»-Setzungsmass in cm) von der Zementdosierung (kg/m^3) bei gleichbleibendem Wasserzementwert, $W/Z = 0,48$. Gültig für einen bestimmten Zement und ein bestimmtes Zuschlagsgemisch.

Aus Abb. 1 und 2 ist ersichtlich, dass bei zunehmendem Slump bzw. mit weicher werdender Mischung der Verarbeitungsaufwand sinkt und die Kosten der Mischung steigen. Die Qualität des Betons, insbesondere seine Festigkeit, bleibt gemäss dem Wasserzementwert-Gesetz unverändert.

Die Daten der Abb. 1 und 2 können in Geldwert umgerechnet werden. In Tabelle 2 sind diese Kostenangaben zusammengestellt, wobei für eine 1-Mann-Stunde Fr. 10.- und für 100 kg Zement Fr. 8.- eingesetzt worden sind.

Tabelle 2

Kostenanteile aus Verarbeitungsaufwand und Zementdosierung (aus Abb. 1 und Abb. 2)

Setzungsmass	cm	0	1	2	3	5	10	15
Aufwand für Verarbeitung	Fr./m ³	12.—	8.40	6.20	5.—	3.50	2.50	2.—
Aufwand für Zementdosierung	Fr./m ³	20.—	21.60	22.80	24.—	26.20	30.20	32.—
Kostenanteile zusammen	Fr./m ³	32.—	30.—	29.—	29.—	29.70	32.70	34.—

In Abb. 3 sind die zusammengezogenen Kostenanteile aus Verarbeitungsaufwand und Zementdosierung (Tabelle 2, unten) aufge-

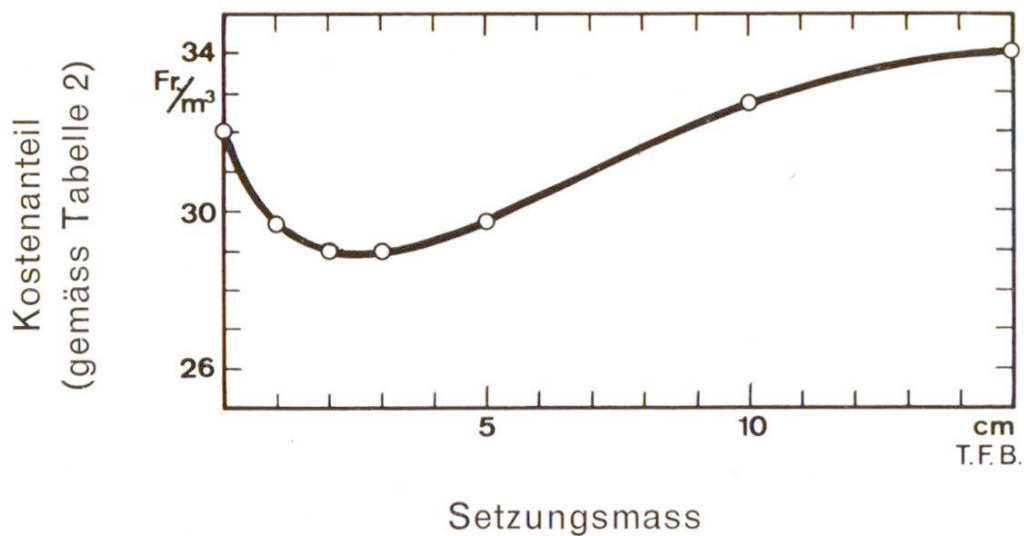


Abb. 3 Kostenoptimisierung aus den konsistenzabhängigen Funktionen des Verarbeitungsaufwandes und der Zementdosierung bei gleichbleibender Festbetonqualität. Beispiel der Abb. 1 und 2 und der Tabelle 2. Es zeigt sich ein Kostenminimum mit einem Setzungsmass von 2-3 cm und einer Zementdosierung von 285-300 kg/m³ (gemäss Abb. 2).

tragen. In diesem Beispiel führt die Veränderung der Betonkonsistenz bei gleichbleibender Festbetonqualität zu einem deutlichen Kostenminimum mit einem Setzungsmass von 2-3 cm. Dabei ist zu beachten, dass andere Bauplatzfaktoren und andere Mischungsgrundlagen wiederum andere Optimalwerte ergeben würden.

Hiermit soll gezeigt werden, wie auf der Basis von Kostenfunktionen optimale Bedingungen für Betonzusammensetzung und Betonverarbeitung gefunden werden können. In der Praxis freilich erweist sich das Vorgehen nicht so einfach, denn es sind doch grundlegende Daten notwendig, die nicht ohne weiteres zur Hand sind. Zu beachten ist ferner, dass neben der Festigkeit mancherlei Grenzwerte bestehen, die gegebenenfalls zu beachten sind, besonders Schwindmass und Entmischungstendenzen.

U. A. Trüb

Anmerkung: Alle Zahlenangaben beziehen sich auf Einzelfälle und haben **keine allgemeine Gültigkeit.**